

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-134571

(43)Date of publication of application : 08.05.1992

(51)Int.Cl.

G06F 15/66

(21)Application number : 02-256567

(71)Applicant : MAKINO HIROSHI
U S C:KK

(22)Date of filing : 26.09.1990

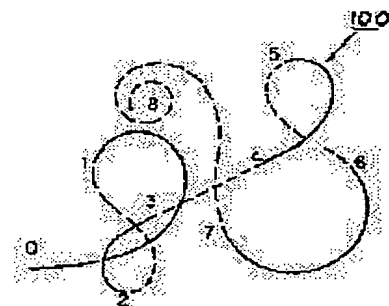
(72)Inventor : MAKINO HIROSHI

(54) RECORDING METHOD FOR FREE CURVE GRAPHIC

(57)Abstract:

PURPOSE: To accelerate a data processing by dividing a free curve drawn on a plane into several clothoid segments and executing data compression while expressing each clothoid segment with less than four data.

CONSTITUTION: Since a clothoid link graphic 100 is composed of eight curves (including straight lines), the 32 (4 × 8) clothoid data are required. However, this clothoid curve is a 'smooth and continuous curve' and continues a curvature and a direction at a partition (intermediate) point. Therefore, it is enough to apply only the 18 clothoid data among the 32 clothoid data. In this way, in the case of the smooth free curve graphic, the number of data can be further decreased (compressed). Thus, the data processing can be accelerated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-134571

⑬ Int. Cl.⁵

G 06 F 15/66

識別記号

410

庁内整理番号

8420-5L

⑭ 公開 平成4年(1992)5月8日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 自由曲線図形の記録方法

⑯ 特 願 平2-256567

⑰ 出 願 平2(1990)9月26日

⑱ 発 明 者 牧 野 洋 山梨県甲府市羽黒町1013

⑲ 出 願 人 牧 野 洋 山梨県甲府市羽黒町1013

⑲ 出 願 人 株式会社ユーエスシー 東京都品川区西五反田7丁目19番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 平田 忠雄 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

自由曲線図形の記録方法

2. 特許請求の範囲

平面上に描かれた自由曲線をいくつかのクロソイド・セグメントに分割し、個々のクロソイド・セグメントを各々4個以下のデータで表現することにより、データ圧縮を行うことを特徴とする自由曲線図形の記録方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、クロソイド補間を利用した自由曲線図形の記録方法に関し、標準文字・数字等の情報処理分野、型紙・パターン作成等の加工分野、魚類・木の葉の形状解析・分類等の科学技術分野に適用することができる。

(従来技術)

従来、平面上の自由曲線図形を記憶する方法としては、曲線上の点x、y座標を順次読取り、点

列データとして記憶する方法が一般的である。

(発明が解決しようとする課題)

上記の点列データとして記憶する方法にあっては、自由曲線を正確に記述するためには多数の点列データを必要とするという問題点があった。

また、これらのデータの再生にあたっては、直線補間及び円弧補間が通常用いられるが、直線補間のみでは点列を細かく与える必要があり、円弧補間では再生側において演算処理を必要とする場合があった。

また、いずれも曲率を連続して変えられないため、なめらかな曲線を得られないという問題点があった。

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、クロソイド曲線を用いることにより、自由曲線を描くのに必要なデータを圧縮し、データ処理の迅速化を実現することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

本発明は上記の目的を達成するために、曲率が曲線の長さに比例してなめらかに変化するクロソ

イド曲線を採用し、自由曲線を何本かのクロソイド・セグメントで近似して、そのつながりとして表現することにより、曲線を記録するのに必要なデータの数を従来の方法に比べて大幅に圧縮する自由曲線図形の記録方法を提供するものである。

このクロソイド曲線は、曲率（曲率半径の逆数）が曲線の長さ按比例して変化する曲線であり、次式で表現される。

$$\phi = c_0 + c_1 s + c_2 s^2$$

$$P = P_0 + \int_0^s e^{i\phi} ds$$

ここで、

ϕ : 曲線の接線方向（x軸方向から反時計回りに測った角度）

c_0 : 曲線の接線方向の初期値

c_1 : 曲率 $c_v = d\phi/ds$ の初期値

c_2 : 縮率 $c_a = dc_v/ds$ の値を2で割ったもの

s : 始点から測った曲線の長さ

P_0 : 始点の位置

P : $s=s$ における曲線の位置

ータ数を区間数の4倍以下に減少（圧縮）することができる。

また、図形の近似誤差に関し、ある程度の誤差が許容できるならば、データ数を極端に少なくすることも可能である。

こうして記録されたクロソイド・データを用いて図形を再現させるには、別発明によるクロソイド・ジェネレータを用いることにより、正確にクロソイド軌跡を発生させることができる。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら、①クロソイド・ジェネレータ、②クロソイド連結図形とデータ、③データの圧縮の順に説明する。

① クロソイド・ジェネレータ

例えば、XYプロッターによりクロソイド曲線を描くためには、上記した4個のクロソイド・データ（ c_0 、 c_1 、 c_2 、 s ）から、XYプロッタを実際に駆動するためのデータ（クロソイド補間データ）に変換する必要がある。

上記 c_0 、 c_1 、 c_2 、 s の4個のクロソイド・データを与えることにより、第7図に示す1本のクロソイド曲線を描くことができる。

上記4個のクロソイド・データに基づいて描かれたクロソイド曲線の一般的な形は、ゆるやかな曲線から序々に渦巻き状に内側へ巻き込んでいくような曲線である。

渦巻きの度合いは、上記クロソイド・データのうちの縮率 c_2 によって決定される。例えば、 $c_2 = 0$ とすると渦巻きは巻き込まずに曲率 c_1 によって決定される一定の円になる。また、 $c_2 = c_1 = 0$ ならば、直線となる。即ち、クロソイドは円弧及び直線を包含する。また、 c_1 が正のとき、 c_2 を負とすれば、渦巻きはほぐれてゆるやかに表現される。

〔作 用〕

本発明による自由曲線の記録方法にあつては、自由曲線を、その曲線の縮率が近似的に一定値と見なせるいくつかの区間に分割し、各々をクロソイド曲線のセグメントで表示することにより、デ

その方法の1つとして、コンピュータのソフトウェアによってデータを変換し、XYプロッタを駆動する方法がある。他の方法としてはデータ変換のための装置（ファームウェア或いはハードウェア）を用いて同様の動作をさせる方法もある。

これらをクロソイド・ジェネレータという。

本発明は、記録方法に関するものであるが、再生側に、上記の如きクロソイド・ジェネレータを用いることを前提としている。

② クロソイド連結図形とデータ

第2図に示した表のデータに基づいて第1図に示す曲線が描かれる。

この第1図に示すクロソイド連結図形100は、8個の曲線（直線を含む）によって構成されているから、32個（4×8）のクロソイド・データが必要となる。

しかしながら、この例におけるクロソイド曲線は、“なめらかな連続曲線”であり、区切り点（中間点）において、曲率と方向とが連続になっている。即ち、

前の区間の接線方向の最終値=次の区間の接線方向の初期値 ($\phi = c_0 + c_1 s + c_2 s^2 \rightarrow c_0$)、前の区間の曲率の最終値=次の区間の曲率の初期値 ($c_v = c_1 + 2c_2 s \rightarrow c_1$) となる。

上述の如く、曲線の接線方向 c_0 及び曲率 c_1 をそのまま引き継げばよいから、2番目以降の区間については、 c_0 、 c_1 のデータを改めて与える必要がない。

4番目の区間は直線であるから $c_2 = 0$ とし、更に、 $c_1 = 0$ とする必要がある。しかし、3番目の曲率の最終値は 0 になるから、 $c_1 = 0$ としてもよいが、他の場合と同様に最終値をそのまま引き継げばよい。

以上により、32個のクロソイド・データのうち、18個のクロソイド・データのみ与えれば良いことになる。換言すると、なめらかな自由曲線図形の場合は、データ数をさらに減少(圧縮)させることができる。

③ データの圧縮

次に、与えられた任意の曲線をクロソイド曲線

により表現するには、曲線の縮率を求め、該縮率が一定値と見なせる幾つかの区間に分ければよい。

以下にその手順を説明する。

(a) デジタイザーにより、曲線(図形の輪郭)の点列データ(x と y 座標)をコンピュータに取り込む。

(b) 次に、下記の式に従って各線分方向の差分 $\Delta\phi$ と線分の長さ Δs より曲率 c_v を求める(第3図参照)。

$$\text{曲率 } c_v = \frac{\Delta\phi}{\Delta s}$$

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}\right)$$

$$\Delta s = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

(c) 曲線の長さ s に対して曲率 c_v をプロットして表示(CRT表示)する(第4図参照)。

曲線の長さ s に対する曲率 c_v の変化が急激になる点で区切ることにより、各区間内の縮率はお

およそ一定値と見なすことができる。

各区間内の s 対 c_v をプロットしたものが、直線状であれば、その直線の傾きが縮率 c_v ($=dc_v/ds$) になる。

しかし、任意の曲線を対象とした場合には、縮率はランダムに変化し、 s 対 c_v の関係が直線になることは通常ありえず、第4図に示すようにばらついた状態となる。

(d) 次に、各区間毎に最小自乗法により、ばらついたデータを直線(1次式)で表示する(クロソイド・セグメント)。第4図に示すように、この直線の傾きが縮率 c_v になる。また、各直線の最初の曲率 c_v の値が c_1 となる。

(e) 曲線の最初のスタート方向(c_0)は図形が原図形と重なるように適当に定める。

第4図で示すように数字の“3”を例にとると、4本のクロソイド曲線で表示され、データ数は16個(4×4)に減少(圧縮)できる(因に点列データは39点であるから、 x と y データでは78個になる)。

この場合、第5図Aに示すように、数字の“3”が4区間(データ数16個)に区分されている。

①-②及び③-④の接続は比較的なめらかに連続した曲線であるから、各々前の最終値を次の区間の初期値とすることができる。従って、第5図Bに示すように②と④の c_0 、 c_1 についてはデータ不要となり、4データ圧縮され12データに減少される。

更に、①と②、③と④を各々1つのクロソイド曲線で近似すれば、第5図Cに示すように2つの曲線になるからデータ数は8個となる。

但し、データ数を減少(圧縮)させるほど、原曲線と再現した曲線に誤差(ずれ)が発生する。

次に、数字の“8”に対するデータ圧縮を例にとって説明する。

第6図Aは、数字の“8”の原図形であり、この数字の“8”に関しては、第6図Bに示すように5つに区切られることになる(5本クロソイド)。しかしながら、多少の誤差(ずれ)を許容すれば、連結図形として、前の最終値を次の初期

値とする方法を用いることにより、S字状の曲線を表現することができる。従って、第6図Cに示すように3本のクロソイドに圧縮することができる。

以上の如く、本実施例はクロソイド補間による平面図形のデータ圧縮の実例を示しており、この方法は、文字、数字など比較的ゆるやかなカーブを持つ図形の表現に適しており、円弧、直線も包含できるので、幾何図形と自由曲線との共存を測ることも可能である。

また、魚類、植物の葉、或いは洋服の型紙等の図形に対して応用することができる。

また、入力方式に関しては、ディジタイザのスイッチストリームモードでの入力、及びスキャナを利用した入力も可能である。

更に、演算処理に関しては、分割点の自動決定も可能である。

(発明の効果)

以上説明した通り、本発明による自由曲線図形の記録方法にあっては、軌跡曲線として、曲率が

前記曲線の長さに比例してゆるやかな曲線から渦巻き状に巻き込んでいくように変化するクロソイド曲線を採用し、自由曲線を、前記クロソイド・データが近似的に一定値と見なせる区間に分割することによって、データ処理の迅速化を実現することができる。

4. 図面の簡単な説明

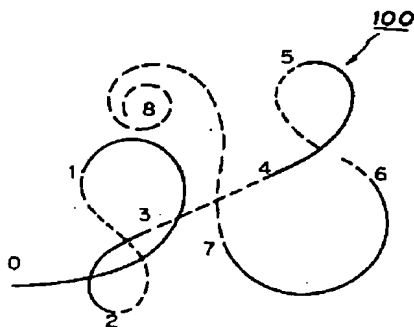
第1図は本発明により描かれたクロソイド連結図形、第2図は第1図に示すクロソイド連結図形を描くためのデータを示す表、第3図～第6図はクロソイド補間を用いたデータ圧縮処理の具体例を示す説明図、第7図はクロソイド曲線を示す説明図である。

符号の説明

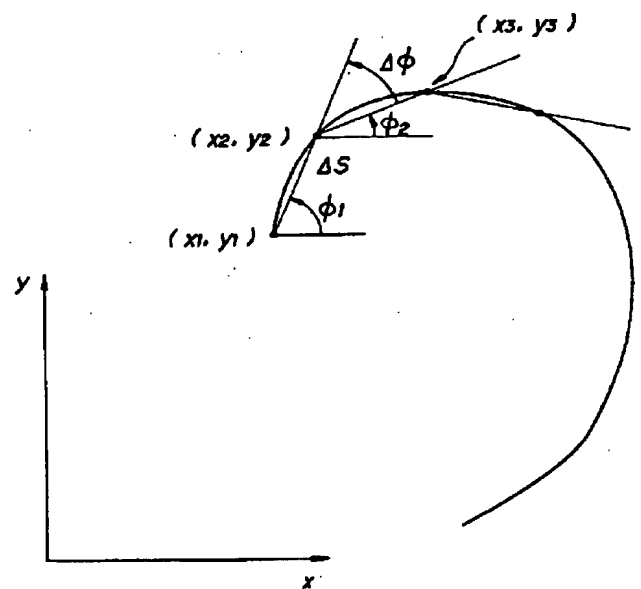
1 0 0クロソイド連結図形

| | | | |
|-----------|---------|-------------|-------|
| 特 許 出 願 人 | 牧 | 野 | 洋 |
| 特 許 出 願 人 | 株 式 会 社 | ユ ー エ ス シ ー | |
| 代 理 人 | 弁 理 士 | 平 | 田 忠 雄 |
| | 同 | 酒 | 井 宏 明 |

第 1 図



第 3 図



第 2 図

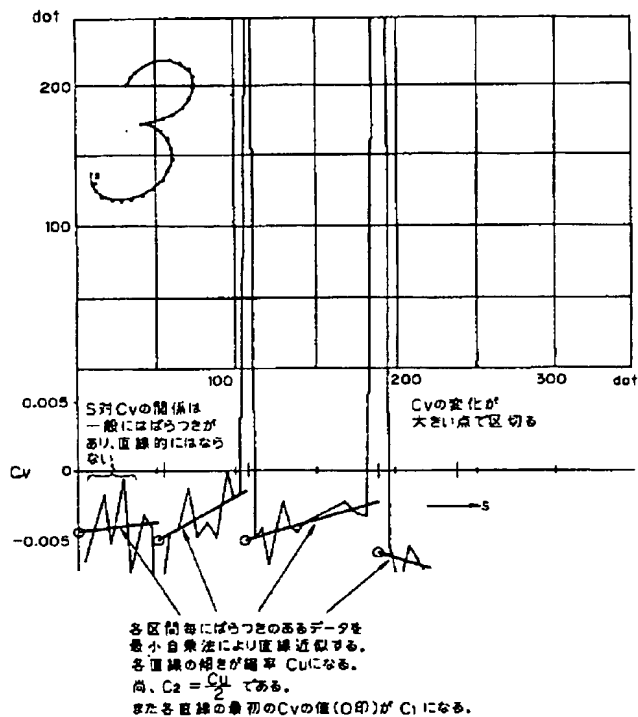
(直線)

(円弧)

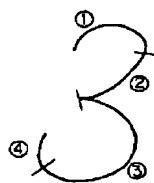
| 区 間 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------|-------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| クロソイド データ | C_0 | 0 | * | * | * | * | * | * | * |
| | C_1 | 0 | * | * | *(0) | * | * | * | * |
| | C_2 | 2 | -10 | 10 | 0 | 5 | -8 | 0 | 4 |
| | S | 1.5 | 0.8 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 1 | 2 |
| XYプロ ッタ データ | nstep | 150 | 80 | 50 | 60 | 80 | 70 | 100 | 200 |
| | ndown | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 3 | 0 | 10 |
| | nup | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 3 |
| | s.f. | 4000 | | | | | | | |

(* は自動決定、前区間の終値を次の区間の初期値とする)

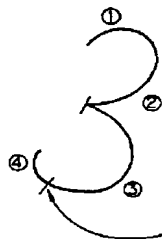
第 4 図



第 5 図 A

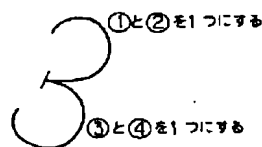
4区間の場合
データ数 - 16個

第 5 図 B

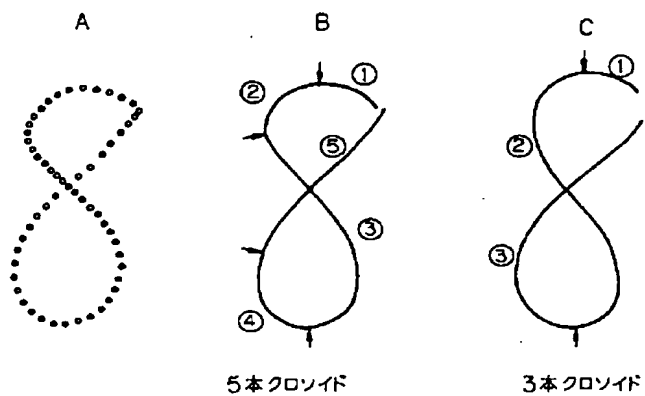

 ①-② } 連結図形として
 ③-④ } データ(C_0 , C_1)は前の
 最終値を次の初期
 値にする。

データ数 - 12個に減少

第 5 図 C

2つの曲線で近似する
データ数 - 8個に減少

第 6 図



第 7 図

